

Impacto da implantação da NR-12 em uma planta de filmes plásticos laminados impressos

Autor: Claudio Sampaio da Cruz, UTFPR claudiosam2004@yahoo.com.br

Orientador: Prof. MSc. Ubirajara Zoccoli, UTFPR uzoccoli@utfpr.edu.br

Resumo

Este artigo traz uma visão geral sobre a implantação compulsória da Norma Regulamentadora 12 (NR-12) em uma planta de filmes plásticos laminados impressos, mostrando alguns impactos sobre a produção e sobre os indicadores de manutenção.

Demonstra-se como a filosofia Kaizen ajudou a reverter um quadro negativo do ponto de vista dos resultados operacionais e de manutenção após finalizados os trabalhos da NR-12.

Finalmente, após as dificuldades iniciais de aceitação da nova modalidade de segurança, a mudança de paradigma começa a ocorrer, e além da melhoria nos indicadores de manutenção, a meta do zero acidente passa a ser perseguida por todos dentro da planta, e todos ganham um ambiente mais seguro para trabalhar.

Impact of the NR -12 implantation in a site of printed laminated plastic films

Abstract

This article provides an overview of the compulsory implementation of the Regulatory Standard (NR-12) in a printed laminated plastic film plant, showing some impact on production and on the maintenance indicators.

It is shown as the Kaizen philosophy helped reverse a negative situation from the point of view of results of operations and maintenance once finalized the work of the NR -12.

Finally, after the initial difficulties to accept the new security mode, the paradigm change begins to occurs , and in addition to the maintenance indicators , the goal of zero accidents happens to be desired by all in the plant, and everyone has a safe place to work.

Palavras-chave: NR-12, Kaizen, indicadores de manutenção, melhoria contínua.

1. Introdução

O presente artigo avalia como a implantação compulsória da NR-12, por interdição do equipamento acaba sendo traumática para todos os envolvidos, gerando demanda por peças, mão de obra e projetos de segurança e automação no curtíssimo prazo, gerando gastos vultosos para a empresa.

Se verificaram as estações mais impactadas pela NR-12 em uma máquina laminadora impressora de filmes plásticos, assim entenderam-se as dificuldades na operação e na manutenção do equipamento e onde se originaram as perdas de produtividade em cada estação, em virtude dos bloqueios e sistemas de segurança que a NR-12 exige.

Observou-se que a área de Saúde, Segurança e Meio Ambiente (SSM) assumiu novos paradigmas, após a implantação da nova estrutura de segurança nos equipamentos, visando treinar os colaboradores e garantir o respeito às novas práticas de segurança e operação dos ativos modificados, visando à continuidade do ambiente seguro e a busca do zero acidente.

Se avaliou o resultado da implantação da NR-12, em alguns indicadores básicos de manutenção, no modelo “antes e depois”, assim evidencia-se que a manutenção tem papel de destaque no processo de retorno das máquinas a um desempenho dentro das metas.

Com uma coletânea de dados simples foi possível usar a metodologia Kaizen de avaliação e sugestão de melhorias, com foco no retorno dos indicadores da planta aos níveis aceitáveis.

Finalmente se indica a possibilidades de continuidade deste artigo científico para abranger outros temas relevantes na área de segurança relacionados a NR-12 e manutenção.

2. Estudo de caso: planta de filme plástico laminado impresso

Agora, para se ter um exemplo das dificuldades que a aplicação da NR-12 pode representar, e da necessidade de agir de forma objetiva para minimizar os impactos sobre as máquinas e os processos, será exposto um estudo de caso, referente à implantação da NR-12 em uma planta de plásticos laminados impressos da região de Curitiba.

A planta estudada é composta de quatro máquinas, A; B; C; D, sendo duas com impressora e duas apenas laminadoras. As máquinas A e B têm estação de impressão, e serão o foco e objetivo do estudo de caso do artigo, as máquinas A e B, foram escolhidas pelo maior valor agregado dos materiais por elas produzidos.

As estações relevantes das máquinas e que seguem a mesma divisão por área aplicada no estudo são: desbobinador, extrusão, laminador, linha de transporte do laminado, estação de tratamento por efeito corona, impressão e bobinador.

3. Paralisação da planta para adequação à NR-12

Devido a uma fiscalização realizada pelo Ministério Público do Trabalho, em toda a empresa, a planta de laminação foi totalmente interditada, quatro máquinas laminadoras, prensas de aparas, sistemas de elevação e carregamento de bobinas, em resumo, nenhuma atividade relacionada à produção poderia ser feita dentro daquela área sem o prévio atendimento às exigências de segurança na operação e manutenção das máquinas e a liberação mediante apresentação de Anotação de Responsabilidade Técnica (ART), juntamente com o projeto aprovado pelo órgão fiscalizador do Ministério do Trabalho, atendendo o disposto na NR-12.

A interdição ocorreu após outras fiscalizações prévias, terem detectado a falta do cumprimento das exigências da NR-12 e dos prazos de adequação. Inicialmente aventou-se a hipótese de tentar iniciar algum trabalho emergencial com equipes internas de engenharia e manutenção industrial, porém tal prática mostrou-se inadequada basicamente por dois motivos:

- a) A norma exige um projeto e a emissão de uma ART, e sem um projeto prévio, junto a uma empresa contratada, poderiam ser feitas atividades ou instalações em conflito com o novo projeto a ser elaborado;
- b) Não haveria mão de obra dentro da empresa para fazer os trabalhos da NR-12 e continuar mantendo o restante da fábrica em operação.

Dentre as máquinas da planta de laminados, foram selecionadas as duas máquinas com impressora como prioritárias para início dos trabalhos.

As atividades para adequação e reestabelecimento das máquinas iniciaram basicamente pelos itens que seguem:

- a) Localizar no mercado, fornecedores de serviços de engenharia para executar o projeto das proteções fixas e móveis para o entorno da máquina;
- b) Identificar fornecedores e selecionar uma marca de dispositivos de segurança, como chaves de segurança, chaves magnéticas, controlador lógico programável (CLP), interface homem máquina (IHM), sensores de segurança, barreiras de segurança e scanner de área;
- c) Elaboração dos escopos de fornecimento de materiais e mão de obra, junto com os fornecedores e a engenharia de projetos e manutenção da empresa;
- d) Definição do escopo das atividades nas máquinas laminadoras, de forma a pelos menos tentar estabelecer a ordem mais lógica para a montagem e andamento dos trabalhos, respeitando os escopos previamente definidos e minimizando as interferências entre as empresas contratadas para fazer as diferentes atividades;
- e) Levantamento dos orçamentos, prazos de entrega, disponibilidade das peças necessárias no Brasil, assinatura de contratos.

4. Dificuldades relacionadas à implantação da NR-12 e medidas para contorná-las

A adequação de máquinas e equipamentos à NR-12 pode ser considerada um projeto de relativa complexidade. De modo geral o guia PMBOK (2008), define projeto como um esforço temporário para alcançar um objetivo. O objetivo do projeto pode ser um produto, serviço ou outro resultado esperado. O projeto precisa estar alocado no tempo, ou seja, precisa ter definido um início e um fim, em resumo, um tempo de execução ou campanha definido e limitado.

No caso estudado, a ideia de projeto, ficou bastante prejudicada, pois haviam muitos equipamentos parados ao mesmo tempo, e as prioridades ainda estavam sendo fechadas, objetivando o menor dano financeiro para a empresa, ao longo da execução muitas estimativas de tempo e orçamentárias acabaram sendo frustradas.

Isso pode ser explicado pela necessidade de soluções rápidas, logo o custo acaba se elevando, e o prazo de entrega de serviços e materiais fica comprometido porque não era esperado realizar todo o trabalho de uma vez, e muito menos com atividades produtivas todas paralisadas, demandando dedicação contínua ao projeto. Muitos fornecedores colocaram todos os seus colaboradores trabalhando dentro da empresa, e seus estoques locais de material de segurança e automação foram zerados.

A seguir se destacam algumas das principais dificuldades relacionadas a essa adequação das máquinas laminadoras, bem como ações simples no início dos trabalhos para minimizar seus impactos na planta de laminados e na empresa como um todo:

- a) O departamento interno de engenharia, não tinha um profundo conhecimento da NR-12, por não haver até aquela data, um grande projeto executado dentro da empresa relacionado a sistemas de segurança, apenas reformas de pequeno porte. Isso despendeu um maior tempo na delimitação do escopo básico e levantamento das necessidades das máquinas, de qual seriam as marcas selecionadas e até mesmo fornecedores. Manter um padrão de marca seria o ideal, porém algumas áreas receberam marcas diferentes para agilizar o fornecimento, principalmente de mão de obra, assim, equipes de diferentes fornecedores atuavam ao mesmo tempo;
- b) Os esquemas elétricos estavam desatualizados no que tange aos sistemas de segurança, isso demandou tempo para saber o que poderia ser aproveitado e o que deveria ser substituído do sistema de segurança original. Esse trabalho de diagnóstico é muito difícil de ser terceirizado, porque cada máquina tem suas particularidades e as reformas anteriores modificaram itens de segurança também. Finalmente optou-se por manter apenas alguns

sistemas de parada por cordas de emergência. Os botões, sinalização, IHM, painéis de segurança, seria tudo reconstruído do início, para facilitar a liberação do projeto, a manutenção e a padronização dos novos esquemas elétricos. Atualizações nos painéis de controle das máquinas ficaram a cargo do pessoal técnico interno.

- c) Um único fornecedor, principalmente do ponto de vista da mão de obra, não conseguiria atender toda a demanda para o projeto, parcerias e quarteirizações fariam parte do processo objetivando-se menores prazos;
- d) Era difícil gerenciar tantas aquisições de peças e mão de obra ao mesmo tempo, havia sobrecarga para o setor de compras e logística. Para reduzir as demandas, compras não emergenciais ou que não eram aplicadas à NR-12 temporariamente foram bloqueadas.

4.1. Liberação das máquinas

Contados 60 dias depois da interdição, estavam prontos o hardware e o software do sistema de segurança e demais acessórios da instalação, projeto pronto e apresentado para os trâmites do pedido da inspeção de liberação, junto ao Ministério do Trabalho.

A visita ocorreu aproximadamente no 68º dia depois da interdição. Com pequenas ressalvas quanto à posição de algumas grades, e pequenos detalhes no descritivo do projeto de segurança, a máquina foi liberada, para alívio dos envolvidos no projeto, que após longas jornadas de trabalho e grandes desafios, viram o primeiro objetivo atingido, ou seja, conseguir a liberação das máquinas.

4.2 Dificuldades no startup das laminadoras após a implantação da NR-12

Depois de concluídas as instalações, e feitos os primeiros testes de segurança com a máquina parada, somente depois de obtida a liberação formal perante o Ministério do Trabalho, foram iniciados os testes reais de produção.

Foram diversas as dificuldades no reinício da planta de laminados, relacionadas direta e indiretamente ao sistema de segurança recém-implantado, que impactaram em produção e manutenção. São citadas a seguir algumas que foram relevantes e com certeza tiveram influência negativa na retomada das laminadoras estudadas:

- a) As laminadoras sempre trabalharam 24 horas por dia, 365 dias por ano. Com uma parada de mais de 60 dias, muitos dos quais com a energia desligada, por necessidade das alterações nos quadros de comando e força, inúmeros defeitos relacionados a falhas em fontes de alimentação, mau contato em placas eletrônicas de controle, umidade em resistências de aquecimento foram detectados e tiveram que ser solucionados durante os primeiros dias de partida;
- b) A operação encontrou muita dificuldade, em migrar de uma máquina que tinha praticamente 100% de acesso, para um novo modelo, onde o acesso era todo controlado e restrito e protocolos de partida e parada precisavam ser seguidos;
- c) O hábito de operar colocando a mão e se expondo a risco de acidentes, agora não poderia mais existir. As pequenas falhas ou desajustes não podiam mais ser compensados com um “empurrão” ou ajuste durante o processo, era necessário parar toda a máquina, acessar o ponto do defeito e ajustar ou corrigi-lo para depois reiniciar;
- d) Aumento de incidência do número de paradas causou um decréscimo direto na produção e aumento no índice de refugos produzidos, pois um sistema de extrusão de grande porte como o estudado, sempre gera perdas no reinício;

- e) Resistência das pessoas para habituar-se aos procedimentos de abertura e fechamento de portas da máquina. Ocorrência de acionamentos acidentais de barreiras e scanners de segurança, causando paradas da máquina com geração de aparas no processo e necessitando gastar tempo para limpar e reiniciar o equipamento.

5. Ferramentas de diagnóstico adotadas após a NR-12

Os indicadores de volume produzido e aparas mostravam um quadro negativo após a NR-12, porém detalhes precisos da origem das paradas ainda não eram facilmente visíveis.

Com os dados das três primeiras semanas de produção, enquanto a manutenção aplicava continuamente estratégias corretivas emergenciais e de manutenção preventiva atacando as principais falhas, observou-se que os índices de produção ficaram próximos de 60% da meta original, e que as aparas foram incrementadas em mais de 100% em relação aos valores anteriores a NR-12. Como a produção aponta os dois indicadores por turno de trabalho, em poucos dias já era possível saber que o resultado estava sendo desastroso.

O teto da meta de refugos, era de 15% do volume total produzido, passou atingir até 40% durante esse período inicial de duas a três semanas após a liberação das laminadoras.

No período pós NR-12, além das ações de melhoria no software de segurança e de automação das máquinas, e a ação da manutenção evitando o máximo possível às paradas, também se chegou à conclusão que ferramentas de análise e diagnóstico seriam necessárias e fundamentais para a melhoria dos indicadores da área.

Foi então criado um grupo multifuncional com pessoas da área de produção, engenharia, processos, manutenção e de SSM, que participariam de um treinamento dentro da empresa, ministrado por uma consultoria externa, com objetivo prático de levantar os dados de produção das máquinas, aplicar a filosofia Kaizen para obter o cenário real das principais causas de paradas, origem das aparas e o motivo da produção ficar sempre abaixo da meta, e finalmente determinar contra medidas para reduzir as perdas e alavancar a produção.

Por esse motivo a filosofia Kaizen seria aplicada nas laminadoras. De acordo com (Imai, 1994), quanto mais problemas você tem, mais oportunidades Kaizen você terá, e com a correta identificação do problema, ele será resolvido. E um problema resolvido significa um passo adiante na melhoria contínua. Ainda (Imai, 2012) defende que o diferencial da filosofia Kaizen, é a rapidez dos resultados passo a passo, e a busca da melhoria contínua, por meio da análise direta no local onde a produção, as perdas e as oportunidades se encontram, ou seja, caminhar e visualizar as perdas e as oportunidades de melhoria, na produção, nos equipamentos e nos processos, enfim, se deslocar até o campo e fazer os levantamentos e diagnósticos do quadro real em que a planta se encontra.

6. Avaliação dos Dados Disponíveis

Depois de criado o grupo de trabalho Kaizen, os dados do sistema de planejamento de recursos da empresa, ou em inglês Enterprise Resource Planning (ERP) começaram a ser analisados seguindo a mesma divisão existente para apontamento das paradas, considerando as estações da máquina, conforme segue: desbobinador, extrusão, laminador, linha de transporte do laminado, estação de tratamento por efeito corona, impressão e bobinador.

Quanto ao tempo de amostragem, consideraram-se como valores de referência ideais, os noventa dias anteriores ao início da implantação da NR12, quando as máquinas operavam ainda sem a adequação, e os noventa dias com produção contínua, seguintes à completa

liberação das laminadoras, desprezando-se o período de ajuste e partida do sistema de segurança, e da própria máquina.

Se verifica a seguir duas tabelas que apresentam os dados coletados:

Estação da máquina	Tempo de parada			
	Antes da NR-12	%	Depois da NR-12	%
Impressão	162,32	51,81	202,13	44,53
Bobinador	46,56	14,86	112,81	24,85
Laminador	43,27	13,81	60,23	13,27
Extrusão	34,64	11,06	45,11	9,94
Linha	8,50	2,71	24,64	5,43
Tratamento	16,51	5,27	6,39	1,41
Desbobinador	1,49	0,48	2,57	0,57
Total	313,29	100,00	453,88	100,00

Fonte: Dados do ERP do estudo de caso, 2015

Tabela 1 - Tempo de parada das estações da máquina A em horas

Estação da máquina	Tempo de parada			
	Antes da NR-12	%	Depois da NR-12	%
Impressão	220,05	55,07	264,11	50,23
Extrusão	51,37	12,86	69,2	13,16
Bobinador	33,95	8,50	57,55	10,94
Laminador	27,93	6,99	52,16	9,92
Linha	22,29	5,58	44,3	8,42
Tratamento	42,68	10,68	32,7	6,22
Desbobinador	1,3	0,33	5,8	1,10
Total	399,57	100,00	525,82	100,00

Fonte: Dados do ERP do estudo de caso, 2015

Tabela 2 - Tempo de parada das estações da máquina B em horas

Nas tabelas anteriores, 1 e 2 são mostrados os tempos de parada globais, ou seja, a soma das paradas de manutenção e paradas relacionadas à produção, como troca de produtos, troca de cor, preparação da máquina e outras paradas inerentes ao processo.

Visualizando os dados se verifica que a distribuição percentual das paradas entre as estações mudou pouco em ambas as máquinas antes e depois da NR-12, porém o valor absoluto do tempo de paradas cresceu 44,87% para a máquina A e 31,60% para a máquina B depois que ambas sofreram a adequação à NR-12.

7. Identificação das causas das paradas

Segundo o que afirmam Graban e Swartz (2012), muitas são as traduções para a palavra japonesa Kaizen, sendo a mais simples: “mudança para melhor”. Foi justamente com esse espírito e essa interpretação, que também os envolvidos no grupo Kaizen encararam o desafio de buscar uma melhoria constante para os equipamentos avaliados.

Outra característica da metodologia Kaizen é o uso de ferramentas estatísticas as mais simplificadas possíveis, adequadas obviamente para cada necessidade.

Seguindo a filosofia Kaizen, era agora necessário encontrar as causas práticas dos desperdícios de tempo em cada uma das estações indicadas pelos valores de horas paradas, para efetivamente agir, primeiro nas estações que mais perdas geravam e aplicar as ações mais rápidas e menos onerosas, garantindo assim o melhor custo benefício, garantindo resultados de curto prazo.

Ficou definido que seriam foco inicial do trabalho, as três primeiras estações de cada máquina, seguindo a classificação do maior número de horas paradas, já que somadas representavam quase 80% do tempo de parada global em cada máquina.

O Gemba, que é definido como “local verdadeiro” ou “local específico”, segundo Imai (1997). É o chão de fábrica, o local, onde as coisas acontecem, seria então visitado pelo grupo Kaizen. Era preciso ver a situação real, e ouvir as pessoas envolvidas, principalmente os operadores de máquinas e os mantenedores, que tinham contato direto com as máquinas, o processo e o produto, podendo fornecer dados práticos das paradas.

7.1 Exemplos de causas de paradas e contra medidas tomadas

Nos quatro quadros a seguir encontram-se as estações que eram as maiores responsáveis por desperdício de tempo com paradas.

Para a máquina A se visualiza respectivamente: impressão, bobinador e laminador. Na máquina B, encontra-se: impressão, bobinador e extrusão. Assim há estações em comum, na máquina A e B, resultando nos quadros a seguir, contemplando quatro estações: impressão, bobinador, extrusão e laminador.

Estas estações mereciam atenção e foco para melhoria de desempenho, a seguir são mostrados os principais problemas de cada estação analisada e a respectiva contra medida tomada:

Causa da parada	Contramedida
A1. A necessidade de limpeza da estação era aumentada pela falta de controle oficial da viscosidade da tinta, e pela ausência de medição da temperatura ambiente. A temperatura ambiente alta fazia a tinta perder solvente e impregnar nas partes móveis da impressora.	B1. Foi instalado termômetro na área da estação impressora, e criado o registro de temperatura a cada duas horas, teste de viscosidade a cada três horas, reduzindo de três para duas limpezas a cada vinte e quatro horas.
A2. O sistema de transmissão dos rolos de contra pressão e porta clichês era acionado por um servo motor com acoplamento rígido, aumentando as paradas para corretiva por desgaste prematuro de rolamentos e falhas no redutor de velocidade e do servo motor.	B2. Foi substituído o acoplamento rígido, por um flexível, como resultado houve aumento da vida útil das peças, maior tolerância as paradas constantes pelo sistema de segurança, além de alinhamento e balanceamento dos rolos de impressão para reduzir a vibração do conjunto.
A3. Com o novo sistema de segurança, quando uma parada ocorria em qualquer estação da máquina a impressora parava de imediato, com o agravante que sendo a parada maior que dez minutos, havia necessidade de limpar toda a estação de impressão.	B3. Feita uma modificação no sistema de segurança e no acionamento da máquina, de modo que se a proteção dos rolos de impressão estivesse fechada, não os pararia permitindo partir novamente a máquina sem necessidade de limpeza ou com uma limpeza superficial, que demanda metade do tempo da limpeza completa.

Fonte: Autor, 2015

Quadro 1. Exemplo de causa de parada e contramedida nas impressoras

Causa da parada	Contramedida
A1. Impossibilidade de acesso ao bobinador por causa das grades de segurança, bloqueio da retirada manual de bobinas de refugo ainda pequenas, elas precisavam ser de diâmetro maior que 600mm para poderem ser tiradas em automático, incrementando as aparas.	B1. Troca da mesa de descarga possibilitando a retirada de bobinas com diâmetro mínimo de 300mm, gerando menos refugo, proporcionalmente ao diâmetro reduzido.
A2. O sistema de tração dos eixos de bobinagem, devido as paradas constantes da máquina, começaram a apresentar desgaste mecânico e quebras, gerando paradas de máquina para realizar a manutenção corretiva nos acoplamentos.	B2. Desenvolvido novo modelo de acoplamento, com desenho diferenciado para suportar as constantes paradas e feito tratamento dos acoplamentos para garantir maior dureza e resistência, diminuindo as quebras de três por mês
A3. O acesso aos sensores e seus atuadores ficou limitado pelas grades de segurança, tais sensores não podiam mais ser ajustados com a máquina rodando durante os setups de troca de produto, aumentando o tempo de preparação do bobinador.	B3. Foram criados sistema de ajuste com gabaritos e pontos fixos, trocados sistemas de fim de curso por sensores magnéticos para facilitar o ajuste reduzindo o tempo de setup de uma hora para quarenta minutos.

Fonte: Autor, 2015

Quadro 2. Exemplo de causa de parada e contramedida nos bobinadores

Causa da parada	Contramedida
A1. Extrusoras paravam quando a segurança era acionada, mesmo não sendo uma parada de emergência, causando necessidade de purgar a ferramenta a cada parada.	B1. Alterado projeto e software de segurança, para que a extrusão apenas entre em parada quando fosse acionado o sistema de emergência e não parasse mais por falha em portas, scanner ou barreira de segurança.
A2. Grades de segurança impediam a limpeza das laterais da ferramenta, e o material acumulado acabava caindo nos rolos de laminação, rompendo o filme.	B2. Adotadas ferramentas extensoras, para possibilitar que a limpeza pudesse ser feita de fora das grades, com segurança e em intervalos de tempo adequados ao processo

Fonte: Autor, 2015

Quadro 3. Exemplo de causa de parada e contramedida nas extrusoras

Causa da parada	Contramedida
A1. Ocorrência de quebra dos rolamentos dos mancais dos rolos de laminação, pela impossibilidade de executar manutenção preditiva por inspeção de vibração.	B1. Abertas pequenas janelas de inspeção e feitas extensões para os acelerômetros de medição de vibração
A2. Pela restrição de acesso, o tempo de aplicação das fitas de teflon, anti aderentes no rolo laminador foi incrementado, aumentando o tempo de setup	B2. Readequada posição de grades, para garantir a segurança mas facilitando o acesso, melhoria nas plataformas de acesso ao laminador

Fonte: Autor, 2015

Quadro 4. Exemplo de causa de parada e contramedida nos laminadores

Assim, os quadros anteriores ilustram alguns exemplos das causas das paradas e o que rapidamente podia ser feito com o menor custo e menor prazo, para reduzir as paradas de

máquina ou tempos de processo e de reinício, seguindo assim a filosofia Kaizen de rapidez e simplicidade nas primeiras ações aplicadas aos problemas causadores do desperdício.

8. Indicadores da manutenção

Dos tempos totais de parada, foram separados os tempos que servem de indicadores da manutenção, avaliando-se em separado as causas que tiveram origem em falhas mecânicas e elétricas. Como resultado se destaca o índice que em inglês significa: Mean Time Between Failures (MTBF), ou traduzido, tempo médio entre falhas, tal índice é mostrado nos quadros a seguir, respectivamente para a máquina A e B:

Estação	Antes da NR12	Depois da NR12	Depois do Kaizen
Impressão	181,61	57,58	135,57
Bobinador	132,09	42,65	31,40
Laminador	423,35	190,89	2123,35
Extrusão	151,81	151,06	266,92
Linha	1075,75	237,26	521,12
Tratamento	535,87	538,40	1070,57
Desbobinador	1079,26	1078,72	2160,00
Média da máquina	34,20	13,98	18,62

Fonte: Dados do ERP do estudo de caso, 2015

Quadro 5 - MTBF, Tempo médio entre falhas da máquina A (em horas)

Estação	Antes da NR-12	Depois da NR-12	Depois do Kaizen
Impressão	129,33	57,45	133,33
Extrusão	702,88	348,47	1055,41
Bobinador	177,17	116,80	67,55
Laminador	355,35	702,61	420,92
Linha	712,57	111,35	194,85
Tratamento	211,73	425,46	177,19
Desbobinador	719,57	1077,10	2154,87
Média da máquina	33,85	19,00	23,04

Fonte: Dados do ERP do estudo de caso, 2015

Quadro 6 - MTBF, Tempo médio entre falhas da máquina B (em horas)

Pelos dados mostrados nos quadros 5 e 6, observa-se que a NR-12 acabou tendo impacto negativo na maioria das estações das máquinas, causando uma maior incidência de falhas, piorando, portanto o índice do tempo médio entre falhas. Tanto quanto maior o valor desse índice, melhor é a situação da máquina ou estação.

Ainda, nos quadros 5 e 6, vemos que após o trabalho do grupo Kaizen e as ações de melhoria implantadas, o índice MTBF apresentou uma reação com tendência de recuperação.

Nos quadros 7 e 8, temos uma visão dos valores do indicador que em inglês significa: Mean Time To Repair (MTTR), que traduzido significa tempo médio para reparo:

Estação	Antes da NR-12	Depois da NR-12	Depois do Kaizen
Impressão	1,04	1,31	1,00
Bobinador	2,27	1,44	1,18
Laminador	1,43	2,46	5,25
Extrusão	1,62	1,62	0,70
Linha	2,34	0,85	1,94
Tratamento	2,58	0,66	0,71
Desbobinador	0,63	1,08	0,00
Média da máquina	2,48	1,44	1,18

Fonte: Dados do ERP do estudo de caso, 2015

Quadro 7 - MTTR, Tempo médio para reparo da máquina A (em horas)

Estação	Antes da NR-12	Depois da NR-12	Depois do Kaizen
Impressão	1,64	1,40	0,79
Extrusão	4,05	2,35	0,71
Bobinador	2,59	1,51	1,05
Laminador	2,07	0,70	3,74
Linha	2,13	1,54	1,10
Tratamento	4,15	1,18	1,73
Desbobinador	0,29	1,12	2,50
Média da Máquina	2,48	1,47	1,30

Fonte: Dados do ERP do estudo de caso, 2015

Quadro 8 - MTTR, Tempo médio para reparo da máquina B (em horas)

Nos quadros 7 e 8 verifica-se que o MTTR das máquinas A e B eram de 2,47 e 2,48 horas respectivamente.

Logo após a NR-12, esse valor caiu em ambas às máquinas, porque a quantidade de eventos de falha se elevou junto com o valor absoluto de paradas. Como o MTTR, é uma relação entre total de horas paradas e o número de paradas, no resultado final do indicador houve queda, dando uma falsa impressão de melhoria após a NR-12.

Uma das explicações para a queda do MTTR após a NR-12, deve-se também ao maior número de intervenções nas mesmas estações e maior aprendizado sobre as falhas. Após as ações sugeridas pelo grupo Kaizen, e com a sua implementação houve nova redução no MTTR, agora indicando uma melhoria real, ficando melhor que a meta global da empresa, que é de 2,00 horas, atingindo 1,18 horas para a máquina A.

Outro fator importantíssimo, que teve influência direta na melhoria dos resultados de manutenção e de forma global nos resultados da planta reside no fato de terem sido criadas células de manutenção, onde no horário administrativo, um técnico mecânico e um técnico eletroeletrônico, ficariam em tempo integral focados nas máquinas da área, levantando os problemas e sugerindo mais melhorias, facilitando também a gestão da manutenção e dos seus indicadores.

A planta de laminados foi o setor piloto para a mudança do modelo de manutenção, que antes do evento Kaizen era centralizado, ou seja, todos os técnicos atendiam todos os equipamentos da empresa, não havendo assim uma ligação e um sentimento de responsabilidade entre o técnico e as máquinas. Segundo Kardec e Nascif (2009), uma unidade que busca alto desempenho, tem como características, a melhoria no seu SMS e o uso da filosofia de

segurança intrínseca, entre outros fatores. A descentralização da manutenção foi um passo importante para a busca de níveis de excelência operacional e de manutenção após um período conturbado como foi o que acompanhou a implantação da NR-12.

9. Conclusão

Através da apresentação de alguns fatos e dados ocorridos na planta de laminados do estudo de caso, teve-se idéia da complexidade e as dificuldades oriundas de uma mudança tão radical de modelo de segurança em máquinas e equipamentos, vinda da implantação de um sistema que atendesse a Norma Regulamentadora 12.

Antes o nível de segurança era pequeno, o risco ao trabalhador era elevado, mas havia facilidade operacional e de acesso para intervenções de manutenção.

Depois da NR-12, tudo fica mais complicado, de operar e manter, mas o nível de segurança atinge patamares elevados, tornando a instalação totalmente segura, e a filosofia de zero acidente acaba sendo uma meta em toda a planta.

Sem dúvidas uma mudança de paradigma invejável e positiva do ponto de vista da segurança, saúde e meio ambiente.

O setor de SMS torna-se fundamental para o sucesso e aceitação do novo sistema de segurança, pois é responsável por treinar os colaboradores, e aplicar as sanções em caso de atos ou atitudes de risco.

Espera-se que a leitura desse artigo inspire outros profissionais e estudantes a relatar suas experiências em implantação da NR-12, pois todos aqueles que estão envolvidos em áreas relacionadas à manutenção, produção, segurança do trabalho e propriamente implantação da NR-12 nas mais diversas modalidades de indústrias, com certeza tem muitas experiências para compartilhar, sobre os desafios encontrados e as conquistas que esse tipo de experiência traz.

A ideia de usar a filosofia Kaizen, para iniciar o trabalho de melhoria, é apenas o primeiro passo. Depois outros serão necessários para que a melhoria possa avançar e manter-se.

Uma sugestão de continuidade ou complementação para esse artigo seria a apresentação um estudo de caso da implantação da filosofia de Manutenção Produtiva Total ou TPM, que com certeza reforçaria o andamento das melhorias iniciadas com o Kaizen, e teria foco global na manutenção e manufatura, ou ainda conforme Mobley (2008), que ressalta a importância do uso das ferramentas Seis Sigma na busca do zero acidente, também com certeza seria uma complementação muito positiva ao trabalho realizado.

10. Referências

GRABAN, MARK; SWARTZ JOSEPH. *Healthcare Kaizen*. Florida, USA. Taylor & Francis Group. 2012.

IMAI, MASAOKI. *A Estratégia para o Sucesso Competitivo*. 5ª Edição. São Paulo, Editora Iman. 1994.

IMAI, MASAOKI. *Gemba Kaizen: A Common-Sense Approach to a Continuous Improvement Strategy*. Editora McGRAW-Hill, New York, USA. 2012.

KARDEC, ALAN; NASCIF, JÚLIO. *Manutenção, Função Estratégica*. 3ª Edição, 1ª Reimpressão. Rio de Janeiro, Editora Qualitymark, 2010.

MOBLEY R., KEITH; HIGGINS R., LINDLEY; WIKOFF, J., DARRIN. *Maintenance Engineering Handbook*, 7ª Edição. Editora McGraw-Hill, 2008, EUA.



V CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
Ponta Grossa, PR, Brasil, 02 a 04 de Dezembro de 2015

NASCIF, JÚLIO. *Indicadores da Manutenção. Disponível em:*

<http://www.ebah.com.br/content/ABAAeprEAH/indicadores-manutencao?part=1> Acesso em 28 de Julho de 2015

PMI, PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, INC. *Um Guia do Conhecimento em Gerenciamento de Projetos (Guia PMBOK), 4ª Edição. Editora PMI, 2008, Pennsylvania, EUA.*